



PATENT
Atty. Docket No. 678-806(P10161)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE 0360

APPLICANT(S): Min-Goo KIM, et al.

SERIAL NO.: 10/074422

FILED: February 12, 2002

FOR: APPARATUS AND METHOD FOR GENERATING
CODES IN COMMUNICATION SYSTEM

DATED: April 2, 2002

Assistant Commissioner
for Patents
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

Enclosed are certified copies of Korean Patent Appln. Nos.
2001/8275 filed on February 13, 2001 and 2001/7357 filed on February 14, 2001
and from which priority is claimed under 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,



Paul J. Farrell
Reg. No. 33,494
Attorney for Applicant(s)

DILWORTH & BARRESE, LLP
333 Earle Ovington Blvd.
Uniondale, NY 11553
(516) 228-8484

CERTIFICATION UNDER 37 C.F.R. 1.8(a)

I hereby certify that this paper (along with any paper referred to as being attached or enclosed) is being deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.D. 20231

Dated: April 2, 2002



Barbara Evers

10161



대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2001년 제 7357 호
Application Number PATENT-2001-0007357

출원년월일 : 2001년 02월 14일
Date of Application FEB 14, 2001

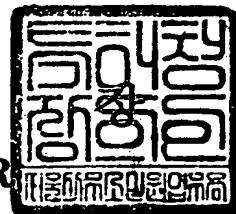
출원인 : 삼성전자 주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2002 년 03 월 06 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0009
【제출일자】	2001.02.14
【국제특허분류】	H04M
【발명의 명칭】	통신시스템에서 부호 생성장치 및 방법
【발명의 영문명칭】	APPARATUS AND METHOD FOR GENERATING CODES IN COMMUNICATION SYSTEM
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	1999-006038-0
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김민구
【성명의 영문표기】	KIM,Min Goo
【주민등록번호】	640820-1067025
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 973-3 우성아파트 822-406
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	장재성
【성명의 영문표기】	JANG,Jae Sung
【주민등록번호】	640617-1030719
【우편번호】	427-010
【주소】	경기도 과천시 중앙동 주공아파트 1102동 203호
【국적】	KR
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대 리인 (인)

1020010007357

출력 일자: 2002/3/6

【수수료】

【기본출원료】	20	면	29,000	원
【가산출원료】	4	면	4,000	원
【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	0	항	0	원
【합계】		33,000	원	
【첨부서류】		1.	요약서·명세서(도면)_1통	

【요약서】**【요약】**

본 발명에 따른, 통신시스템에서 준보완터보부호 생성장치에 있어서, 터보부호기와, 상기 터보부호기로부터의 심볼들을 주어진 규칙에 의해 인터리빙하여 출력하는 인터리버와, 상기 인터리버로부터의 상기 인터리빙된 심볼들을 천공 및 반복하여 상기 준보완터보부호를 생성하는 부호생성기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

【대표도】

도 1

【색인어】

QUASI-COMPLEMENTARY TURBO CODES, HARQ, TUTBO CODES, PACKET COMBINING, SOFT COMBINING
THROUGHPUT, CODE COMBINING

【명세서】**【발명의 명칭】**

통신시스템에서 부호 생성장치 및 방법{APPARATUS AND METHOD FOR GENERATING CODES IN COMMUNICATION SYSTEM}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 준 보완터보부호를 위한 부호생성에 사용되는 심볼반복 및 천공이 채널인터리빙 이후에 수행되는 준보완터보부호 생성장치를 도시하는 도면.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 준 보안터보부호를 생성하기 위한 방법을 설명하기 위한 도면.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 준 보완터보부호의 서브부호선택방식을 설명하기 위한 도면.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<4> 본 발명은 데이터 통신시스템의 부호생성에 관한 것으로, 특히 재전송방식을 사용하는 패킷통신시스템과 혹은 재전송을 사용하는 일반적인 통신시스템에서 터보부호의 특성을 고려한 터보 보완 부호(complementary codes) 생성장치 및 방법에 관한 것이다.

- <5> 통상 하이브리드 ARQ(Hybrid ARQ)방식을 사용하는 시스템에서 전송효율(throughput)을 개선하고자 연성 결합(Soft combining)을 사용하며 여기에는 두 가지 방식이 가능하다. 첫 번째 방식으로 packet diversity combining(패킷 다이버시티 결합)을 사용하는 구조이며, 두번째 방식으로 packet code combining(패킷 부호 결합)을 사용하는 방식이다. 일반적으로 이 두 방식을 모두 Soft Packet Combining(연성 패킷 결합)이라고 말하며 이 중 상기 packet diversity combining 방식은 상기 packet code combining 방식에 비하여 성능면에서 sub-optimal 방식이지만 구현의 편이성 때문에 성능상의 큰 손실이 없는 경우 자주 사용되는 방식이다.
- <6> 통상적으로, Packet(패킷)을 전송하는 시스템에서 전송효율 (Throughput)을 증가시키기 위해서 연성 패킷 부호 결합을 사용한다. 즉, 각각의 전송마다 전달되는 Packet에 대하여 부호율이 R인 상호 다른 부호를 전송하고 복호된 결과 수신된 패킷에 오류가 검출되는 경우 이를 소멸시키지 않고 저장한 뒤에 향후 재 전송되어 올 패킷과 연성결합(Soft Combining)을 하는 방식을 말한다. 이때 재전송되는 패킷은 상호 다른 부호가 사용될 수 있다. 즉, 상기 패킷 부호 결합 방식은 부호율이 R인 N개의 패킷을 수신한 경우 각각의 패킷을 사용하여 실효 부호율(effective code rate)이 R/N 인 부호로 전환한 뒤에 복호함으로써 부호화이득(coding gain)을 얻는 효과를 갖는 방식이다.
- <7> 반면에 패킷 다이버시티 결합은 각각의 전송마다 전달되는 Packet에 대하여

부호율이 R인 동일한 부호를 전송하고 복호된 결과 수신된 패킷에 오류가 검출되는 경우 이를 소멸시키지 않고 저장한 뒤에 향후 재 전송되어 올 패킷과 연성결합(Soft Combining)을 하는 방식을 말한다. 이때 재전송되는 패킷은 항상 동일한 부호가 사용된다. 따라서 패킷 다이버시티 결합은 랜덤채널에서 일종의 Symbol Averaging (심볼 에너지 평균과정)으로 볼 수 있으며 수신심볼 연성출력(soft output)을 평균함으로써 얻는 잡음전력감소 효과와 페이딩 채널에서 복수개의 심볼을 전송함으로써 다중성 채널에서 제공되는 다중성이득(diversity gain)만을 사용하는 방식이라고 볼 수 있다. 이에 반해서 패킷 부호 결합은 이러한 이득 이외에도 Code structure(코드 구조)에 따른 추가의 Coding Gain(코딩 개인)을 가지고 있다.

<8> 현재까지의 패킷통신 시스템에서는 구현의 용이함 때문에 대부분 패킷 다이버시티 결합을 사용하고 있으며 동기방식의 IS-2000 시스템과 비동기방식의 UMTS 시스템 등에서 이러한 방식이 고려되고 있다. 그러나 이는 기존의 패킷통신 시스템들이 대부분 길쌈부호를 사용하였고, 길쌈부호의 경우 부호율 R이 낮은 부호(codes)를 사용하는 경우에 상기 패킷 다이버시티 결합을 사용한다 해도 그리 큰 이득이 제공되지 않기 때문이었다. 즉, $R=1/3$ 사용하는 시스템에서 재전송이 가능한 경우, 상기 패킷 다이버시티 결합을 사용하는 경우와 패킷 부호 결합을 사용하여 $1/6$ 부호율을 사용하는 경우의 성능차이가 그리 크지 않기 때문에 구현의 복잡도를 고려하여 패킷 다이버시티 결합을 사용하였다. 그러나 오류정정부호(Forward Error Correction Codes: FEC)로 터보 부호를 사용하는 경우에는 이러한 기존의 개념과는 다른 방식이 요구된다. 왜냐하면 터보 부호는 반복 복호(iterative decoding)에 의해서 그 성능이 Shannon limit에 근접하도록 설계된 오류정정 부호이며, 부호율에 따른 성능의 차이가 기존의 길쌈 부호(Convolutional codes)와는 달

리 분명하게 존재하기 때문이다. 즉, 이러한 점을 고려할때 재전송을 사용하는 패킷통신 시스템에서는 터보 부호(Turbo codes)를 사용하는 패킷 부호 결합 방식을 구현하는 것이 성능을 향상시키는 방법이 된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <9> 본 발명의 다른 목적은 통신 시스템에서 터보부호의 특성을 고려한 터보 보완 부호 생성 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <10> 본 발명의 또 다른 목적은 통신 시스템에서 준 보완터보부호를 생성하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <11> 상기 목적들을 달성하기 위한, 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 통신시스템에서 준보완터보부호 생성장치에 있어서, 터보부호기와, 상기 터보부호기로부터의 심볼들을 주어진 규칙에 의해 인터리빙하여 출력하는 인터리버와, 상기 인터리버로부터의 상기 인터리빙된 심볼들을 천공 및 반복하여 상기 준보완터보부호를 생성하는 부호생성기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

- <12> 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면의 참조와 함께 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

- <13> 이하 본 발명은 채널인터리빙을 사용하는 시스템에서 준 보완터보부호(Quasi Complementary Turbo Codes: QCTC)를 사용하는 경우나 혹은 매우 다양한 부호율의 준 보안터보부호를 요구하는 시스템에서 가변적인 부호길이에 관계없이 특정방식에 의해서 준 보완터보부호를 구현하는 방식에 대해 설명할 것이다.
- <14> 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 준 보완터보부호(QCTC) 생성장치를 도시하고 있다. 상기 도 1은 준 보완터보부호를 위한 부호생성에 사용되는 심볼반복 및 천공이 채널인터리빙 이후에 수행되는 경우를 보여준다.
- <15> 상기 도 1을 참조하면, 부호기(Encoder)101은 입력되는 인코더 패킷(encoder packet)을 부호화하여 심볼들을 출력한다. 여기서, 부호기는 길쌈부호기, 터보부호기 등을 사용할수 있다. 예를들어, 상기 부호기101의 부호율은 1/5이라 가정한다. 따라서, 3072bits의 정보비트들이 입력되었을 때 상기 부호기101은 15360 bits의 심볼들을 출력하게 된다. 채널인터리버(channel interleaver)102는 상기 부호기101로부터의 상기 심볼들을 주어진 규칙에 의해 인터리빙하여 출력한다. 여기서, 상기 인터리버102는 상기 부호기101이 터보부호기라 가정했을 때, 상기 터보부호기의 성질에 근거하여 정보어심볼 X, 패리티 심볼 Y_0 , Y_1 , Y_0' , Y_1' 를 각각 독립적으로 인터리빙하여 출력한다. QCTC부호생성기(QCTC puncturing/repetition)103은 상기 채널인터리버102로부터의 상기 인터리빙된 심볼들을 천공(puncturing) 및 반복(repetition)하여 준보완터보부호를 생성한다.
- <16> 여기서, 상기 준 보완터보부호를 생성하기 위해서는 상기 채널인터리버102가 특정한 성질을 가져야 한다. 왜냐하면 상기 채널부호기101로부터 출력되는 5가지의 심볼들 즉, 정보어심볼 X, 패리티심볼 Y_0 , Y_1 , Y_0' , Y_1' 이 채널인터리버를 통과하면 각각 분산되어 준 보완터보부호를 생성하기 위한 천공 및 반복 블럭의 입력으로 사용하기가 용이하지 않

으며, 또한 준 보안터보부호가 지닌 성질을 만족하기 힘들기 때문이다. 따라서 본 발명은 이러한 문제를 해결하고 각각의 서브부호 부호율에 관계없이 항상 일정한 방식에 의해 준 보안터보부호를 생성하는 방법에 대해 설명할 것이다.

<17> 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 준보완터보부호를 생성하기 위한 절차를 설명하기 위한 도면이다.

<18> 상기 도 2를 참조하면, 부호기(Encoder)201은 입력되는 인코더 패킷(encoder packet)을 부호화하여 심볼들을 출력한다. 상기 부호기201은 $R=1/5$ 혹은 다양한 부호율의 모부호를 사용한다. 모부호의 결정은 사용하는 시스템에 의해 결정되므로 여기서는 편의상 $R=1/5$ 의 터보부호를 모부호로 사용한다.

<19> 역다중화기(Demultiplexer)202는 상기 채널부호기201로부터 출력되는 5가지의 심볼들 즉, 정보어심볼 X, 패리티심볼 Y_0 , Y_1 , Y_0' , Y_1' 를 역다중화기(Demultiplexer)에 의해서 5개의 그룹으로 분리하여 출력한다. 즉, 각각의 정보어심볼 X(203), 패리티심볼 Y_0 (213), Y_1 (223), Y_0' (233), Y_1' (243)들이 순차적으로 분류되어 하기의 각 서브블록 인터리버(204 ~ 244)들로 전달된다.

<20> 상기 서브블럭 인터리버들(204~244)는 상기 역다중화기202로부터 출력되는 각각의 시퀀스들은 각각 할당된 서브블록 인터리빙에 의해 랜덤하게 위치를 변경하여 출력한다. 이러한 서브블록 인터리빙으로 여러 가지 방식이 사용될 수 있으며 아래의 조건이 가급적 만족되는 인터리빙이 사용된다.

- <21> 조건1. 서브블록 인터리빙에 의해 생성되는 심볼들을 일부 천공 혹은 삭제하는 경우에, 서브블록 인터리빙 이전의 심볼들의 천공패턴이 가급적 균등한 거리를 가지고 발생되도록 하는 인터리빙 방식을 사용한다.
- <22> 상기 조건1이 가지는 의미는 각각의 부호어심볼인 X, Y_0, Y_1, Y_0', Y_1' 중에서 임의의 수만큼 각각 천공하는 경우 서브블록 채널인터리빙 이전의 부호어 심볼들에서 천공된 심볼의 거리가 균등해야 터보부호의 성능을 최적화 할 수 있기 때문이다. 즉, 터보부호에서 천공을 사용하는 경우 균일성(uniformity)이 중요한 성능결정 요인이 되기 때문이다. 또한 각각의 X, Y_0, Y_1, Y_0', Y_1' 에 대해서 독립적인 서브블록 인터리빙을 사용하므로 이를 각각의 부호어 심볼들에 대한 천공이 균일하면 이를 연속적으로 발생한 채널부호기의 출력부분에서 보는 천공된 부호어 심볼들 사이의 거리도 균일한 분포를 가질 수 있어 터보부호의 성능이 보장되기 때문이다.
- <23> 이러한 채널인터리빙 방식으로는 BRO (Bit Reversal Order) 채널인터리버 등이 있으나 부호기에 입력되는 정보어비트의 수와 모부호어의해 발생되는 부호어심볼인 X, Y_0, Y_1, Y_0', Y_1' 의 각각의 총 심볼수가 2의 거듭제곱의 형태 즉, 2^m 의 형태를 가지지 않는 한 사용할 수 없다. 이러한 문제를 해결하는 채널인터리빙 방식으로 PBR0 (Partial Bit Reversal Interleaving) 방식이 있으며 이 방식은 부호어심볼인 X, Y_0, Y_1, Y_0', Y_1' 의 각각의 총 심볼수가 2의 거듭제곱의 형태 즉, 2^m 의 형태를 가지지 않는 경우에도 상기 조건1을 최대한 만족하도록 설계된 채널인터리빙 방식이다. 따라서 이 방식을 사용하면 상기조건이 최대한 만족하는 범위에서 채널인터리빙이 수행될 수 있다. 본 고안에서는 이러한 서브블록 채널인터리빙에 관해서는 구체적으로 기술하지 않으며, 조건1이 충실히 만족되는 모든 채널인터리빙방식이 모두 사용될 수 있음을 전제한다.

<24> 상기 서브블록 인터리빙에 의해 랜덤화된 각각의 부호어 심볼들은 각각 대응되는 블록으로 입력된다. 여기서, 상기 제1인터리버(204)로부터의 인터리빙된 정보어 심볼 X는 바로 심볼결합기(sequence concatenation)207로 입력되고, 제2, 3 인터리버(214, 224)로부터의 인터이빙된 패리티 심볼 Y0 및 Y1은 제1다중화기(205)로 입력되며, 제4, 5 인터리버(234, 244)로부터의 인터이빙된 패리티 심볼 Y0' 및 Y1'은 제2다중화기(215)로 입력된다. 상기 제1다중화기(205)는 상기 인터리빙된 패리티 심볼 Y0 및 Y1을 다중화하여 상기 심볼결합기207로 출력한다. 상기 제2다중화기(215)은 상기 인터리빙된 패리티 심볼 Y0' 및 Y1'를 다중화하여 상기 심볼결합기(207)로 출력한다. 이렇게, 상기 인터리버들로부터 출력되는 인터리빙된 정보어 심볼들은 상기한 연속한 다중화기(205, 206)에 의해 다시 위치가 재 정렬되어 3개의 서브그룹으로 분류된다.

<25> 이 부분이 본 발명에 있어 준 보완터보부호를 생성하는 중요한 부분이므로 이를 보다 상세히 기술한다. 도 2에서 도시된 바와 같이, 정보어 심볼 X는 서브블록 인터리빙 이후에 다중화 되지 않고 하나의 독립된 서브그룹으로 분류되어 상기 심볼결합기(207)로 전달된다. 이와 같이 서브블록 인터리빙된 심볼을 Sbi_X라고 정의하면, 상기 인터리빙된 정보어 심볼 Sb_x는 하기 식 (1)과 같다. 설명의 편의를 위해서 이를 시퀀스"A"로 도면에 표기하였다. 식 (1)에서 Sbi_X(1)은 상기 제1인터리버(206)에 의해 인터리빙된 심볼들 중에서 첫 번째 심볼을 의미한다

<26> Sbi_X(1), Sbi_X(2), Sbi_X(3), Sbi_X(4) 식(1)

<27> 다음으로, 제2,3 인터리버(214,224)에 의해 생성되는 부호어심볼 Y0, Y1이 하나의 서브그룹으로 분류된다. 이 과정에서 부호어심볼 Y0, Y1의 각각의 심볼들을 하기 식 (2)과 식 (3)으로 나타내면, 상기 제1 다중화기(205)는 상기 부호어 심볼 Y0 및 Y1을 다중화하여 하기 아래의 식 (4)와 같은 심볼들을 출력한다. 설명의 편의를 위해서 이를 시퀀스 "B"로 도면에 표기하였다. 식 (2)에서 Sbi_Y0(1)은 제2 인터리버(214)에 의해 인터리빙된 심볼들 중에서 첫 번째 심볼을 의미한다. 마찬가지로 Sbi_Y0(2)는 제2 인터리버(214)에 의해 인터리빙된 심볼들 중에서 두 번째 심볼을 의미한다. 식 (3)에서 Sbi_Y1(1)은 제3 인터리버(224)에 의해 인터리빙된 심볼들 중에서 첫 번째 심볼을 의미한다. 마찬가지로 Sbi_Y1(2)는 서브블록 인터리버(224)에 의해 인터리빙된 심볼들 중에서 두 번째 심볼을 의미한다.

<28> Sbi_Y0(1), Sbi_Y0(2), Sbi_Y0(3), Sbi_Y0(4) 식(2)

<29> Sbi_Y1(1), Sbi_Y1(2), Sbi_Y1(3), Sbi_Y1(4) 식(3)

<30> Sbi_Y0(1), Sbi_Y1(1), Sbi_Y0(2), Sbi_Y1(2), Sbi_Y0(3), Sbi_Y1(3),.....

식(4)

<31> 상기 식 (4)와 같이 다중화하는 이유는 식 (4)에서 연속적인 M개 심볼의 천공을 사용하는 경우 시퀀스 "B"의 후반부 혹은 전반부이든 관계없이 어디를 천공하더라도 M이 짹 수인 경우에는 항상 Sbi_Y0의 천공된 심볼의 수와 Sbi_Y1의 천공된 심볼의 수가 항상 동일하게 하기 위해서이다. 또한 M이 홀수인 경우에도 항상 Sbi_Y0의 천공된 심볼의 수와

Sbi_Y1의 천공된 심볼의 수 사이에는 단지 1만큼의 차이가 존재할 뿐 거의 동일한 양의 천공된 심볼 수를 가진다. 따라서 준 보완터보부호의 성질 중 하나인 터보부호의 구성 부호기1과 구성부호기2에 발생되는 패리티 심볼 Y0, Y1의 천공심볼 수가 가급적 동일해야 한다는 조건을 항상 만족한다.

<32> 동일한 방식에 의해 서브블록 인터리빙에 의해 생성되는 부호어심볼 Y0', Y1'가 하나의 서브그룹으로 분류된다. 이 과정에서 부호어심볼 Y0', Y1'의 각각의 심볼들을 아래와 같이 식 (5)과 식 (6)으로 나타내면 상기 제2 다중화기(215) 상기 부호어 심볼 Y0' 및 Y1'을 다중화하여 하기 아래의 식 (7)와 같은 심볼들을 출력한다. 설명의 편의를 위해서 이를 시퀀스"C"로 도면에 표기하였다.

<33> Sbi_Y0'(1), Sbi_Y0'(2), Sbi_Y0'(3), Sbi_Y0'(4) 식(5)

<34> Sbi_Y1'(1), Sbi_Y1'(2), Sbi_Y1'(3), Sbi_Y1'(4) 식(6)

<35> Sbi_Y0'(1), Sbi_Y1'(1), Sbi_Y0'(2), Sbi_Y1'(2), Sbi_Y0'(3), Sbi_Y1'(3),..

식(7)

<36> 상기 식 (7)과 같이 다중화하는 이유는 식 (7)에서 연속적인 M개 심볼의 천공을 사용하는 경우 시퀀스 "C"의 후반부 혹은 전반부이든 관계없이 어디를 천공하더라도 M이 짹수인 경우에는 항상 Sbi_Y0'의 천공된 심볼의 수와 Sbi_Y1'의 천공된 심볼의 수가 항상 동일하게 하기 위해서이다. 또한 M이 홀수인 경우에도 항상 Sbi_Y0'의 천공된 심볼의 수와 Sbi_Y1'의 천공된 심볼의 수 사이에는 단지 1개만큼의 차이가 존재할 뿐 거의 동일한 심볼수가 천공되도록 하기 위해서이다. 따라서 준 보완터보부호의 성질 중 하나인 터보부

호의 구성 부호기1과 구성부호기2에 발생되는 패리티 심볼 Y_0' , Y_1' 의 천공심볼 수가 가급적 동일해야 한다는 조건을 항상 만족한다.

<37> 다음으로, 상기 심볼결합기(Sequence Concatenation) 207은 각각 식(1)에 의해 발생되는 서브블록 인터리빙된 정보어심볼 시퀀스 "A"와 식(4)과 식(7)에 의해 발생되는 다중화된 패리티심볼 시퀀스 "B"와 "C"를 아래와 같이 순차적으로 결합하여 하나의 심볼시퀀스 [A:B:C]를 생성한다. 하기 식 (8)에 이 관계를 보여준다.

<38> $[A:B:C] = [Sbi_X(1), Sbi_X(2), Sbi_X(3), \dots][Sbi_Y0(1), Sbi_Y1(1), Sbi_Y0(2), Sbi_Y1(2), \dots][Sbi_Y0'(1), Sbi_Y1'(1), Sbi_Y0'(2), Sbi_Y1'(2), \dots] \dots\dots$
식(8)

<39> 상기한 식 (8)에서 보듯이 [A:B:C]는 초기앞 부분에는 오로지 정보어심볼들만을 보유하고 있으며 그 다음으로는 Y_0 와 Y_1 을 교대로 각각 보유하고 있으며, 마지막으로 Y_0' 와 Y_1' 를 교대로 보유하고 있다. 이러한 성질은 준 보완터보부호를 생성하는데 있어 중요한 의미를 가진다. 이를 상세히 기술한다.

<40> 상기 식 (8)과 같이 순차적인 시퀀스결합을 사용하는 이유는 다음과 같다. 식 (8)에서 임의의 서브부호 부호율을 지닌 준 보완터보부호를 생성하기 위해서 천공을 사용해야 하며 이 천공의 방식을 정의한 것이 준 보완터보부호이다. 앞서 제시한 바와 같이 이러한 준 보완터보부호가 가져야 하는 성질들은 다음과 같다.

- <41> 성질1. 우선적으로 준 보안터보부호는 정보어 심볼을 우선적으로 전송한다. 특히 서브부호의 부호율이 1에 근접할수록 더욱더 이 성질이 중요하다.
- <42> 성질2. 각각의 구성부호기1, 구성부호기2에서 생성되는 패리티심볼들의 수가 같은 혹은 가급적 최대한 차이가 적도록 천공패턴을 정한다.
- <43> 성질3. 구성부호기1의 부호율이 항상 1보다 작도록 정보어심볼과 구성부호기1의 패리티심볼 Y_0, Y_0' 의 천공심볼의 개수를 결정한다, 즉, 최소한 한 개 이상의 Y_0 혹은 Y_0' 가 존재해야 터보부호의 성능을 보장한다.
- <44> 성질4. 천공에 의해 발생되는 준 보완터보부호의 천공심볼들 사이의 간격이 균일해야 한다.
- <45> 성질5. 각각의 준 보완터보부호를 결합하여 구성되는 터보부호는 준보완부호(Quasi Complementary) 성질을 만족한다.
- <46> 따라서 식 (8)을 보면 임의의 서브부호 부호율을 지닌 준 보완터보부호를 생성하기 위해서 천공을 사용해야 하며 이때 식(8)의 후반부로부터 필요한 양만큼의 심볼들을 천공(Puncturing) 혹은 삭제(Pruning)한다고 하면 상기 5개의 성질이 모두 만족하는 것을 알 수 있다. 즉, 심볼시퀀스 $[A:B:C]$ 를 심볼반복기(208) 및 심볼천공기(209)를 이용해 필요한만큼 반복 및 천공하여 원하는 준보완터보부호를 생성한다. 상기 심볼반복기(Repetition of Concatenated sequence)208은 상기 심볼결합기207로부터의 심볼들을 주어진 규칙에 따라 심볼반복하여 출력한다. 상기 심볼천공기(Sub codes Cij Generation)209

는 상기 심볼반복기(208)로부터의 심볼들을 주어진 규칙에 따라 천공하여 준보완터보부호를 발생한다.

<47> 상기한 바와 같이, 심볼반복기(208)이 시퀀스 반복을 수행하며, 이것은 상기 식(8)에 의해 생성된 시퀀스를 반복하는 기능을 수행한다. 물론 이러한 반복의 양은 상기 모부호율과 준 보완터보부호의 서브부호의 부호율에 의해 결정된다. 다음으로, 심볼천공기(209)는 상기 설명한 임의의 서브부호 부호율을 지닌 준 보완터보부호를 생성하기 위해서 천공을 수행하며, 이때 식(8)의 후반부로부터 필요한 양만큼의 심볼들을 천공(Puncturing) 혹은 삭제(Pruning)하는 기능을 수행한다. 이를 위해 서브부호의 부호율이 제공되어야 하며 이로부터 천공 혹은 삭제할 심볼의 수를 정하고 후반부의 마지막 심볼로부터 천공 혹은 삭제를 수행한다.

<48> 다시 상기 도 1을 참조하면, 모부호율이 $R=1/5$ 이고 입력정보어의 심볼수가 3072 bits라고 하면 채널부호기(101)에서 출력되는 부호어심볼의 개수는 15360 bits이고, 이것으로부터 각각의 준 보완터보부호를 생성하고자 하는 경우를 설명하면 다음과 같다. 도시된 바와 같이, 세가지의 준 보완터보부호는 아래의 설명에 의해 생성된다.

<49> 예를들어, 모부호율이 $R=1/5$ 이고 입력정보어의 심볼수가 3072 bits라고 하면 채널부호기에서 출력되는 부호어심볼의 개수는 15360 bits가 된다. 그리고, 앞서 설명한 바와 같이, 상기 부호어심볼들을 다섯 개의 서브블럭으로 분리하여 인터리빙하고 상기 인터리빙된 153609 bits의 심볼들을 식 (8)과 같이 재 정렬한다. 이후, 상기 정렬된 15360개의 심볼을 반복하고 이로부터 사전에 정해진 서브부호의 부호율에 따라 천공 혹은 삭제해야 하는 심볼의 개수를 계산하고 이를 기준으로 각각의 서브부호를 결정한다.

<50> 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이, C0j의 부호어 길이가 21504 bits라고 하면, 반복된 시퀀스에서 21504만큼의 위치에서 나머지를 삭제하여 C00를 구한다. 다음으로 동일한 21504만큼의 위치에서 C01을 구하고, 또 21504만큼의 진행한 위치에서 C02를 구한다. 이와 같이 분할을 사용하면 해당 서브 부호율의 준 보완터보부호가 생성된다. 동일한 방식으로 C1j의 부호어 길이가 10752라고 하면 반복된 시퀀스에서 10752만큼의 위치에서 나머지를 삭제하여 C10를 구한다. 다음으로 동일한 10752만큼의 위치에서 C11을 구하고, 또 10752만큼의 진행한 위치에서 C12를 구한다. 이와 같이 분할을 사용하면 해당 서브 부호율의 준 보완터보부호가 생성된다. 동일한 방식으로 C2j의 부호어 길이가 5376이라고 하면 반복된 시퀀스에서 5376만큼의 위치에서 나머지를 삭제하여 C20를 구한다. 다음으로 동일한 5376만큼의 위치에서 C21을 구하고, 또 5376만큼의 진행한 위치에서 C22를 구한다. 이와 같이 분할을 사용하면 해당 서브 부호율의 준 보완터보부호가 생성된다.

<51> 상기 기술한 방식은 이차원 준 보완터보부호의 생성방식을 의미한다. 그러나 이러한 방식에 의해서 준 보완터보부호를 생성하면 다음과 같은 문제점이 있을 수 있다. 즉, 도 2에 도시된 바와 같이, 부호어 길이가 21504 bits인 C0j의 첫 번째 부호인 C00를 초기 전송에 할당하였고, 이어서 두 번째 전송에는 C1j의 첫 번째 부호인 부호어 길이가 10752 bit인 C10를 전송하였고, 마지막으로 세 번째 전송에 C2j의 첫 번째 부호인 부호어 길이가 5376 bit인 C20를 전송하였다고 가정한다. 그러면 수신기는 각각의 준 보완터보부호의 서브부호인 C00, C10, C20을 부호 결합한다. 그러나 이 경우를 보면 C00, C10, C20의 부호결합은 1/5부호율의 원래 부호를 복구하지 못하고 단지 정보어심볼 부분의 심볼 에너지들을 심볼결합에 의해서 증가시키는 역할을 수행하고 있음 알 수 있고, 이는 각각의 서브

부호들의 전송순서 즉, 각각의 서브부호의 선택에 문제가 있음을 의미한다. 따라서 이러한 문제를 해결하는 방식으로 제안된 것이 적응형 준 보완터보부호 (adaptive QCTC)이며 이를 구현하는 방식을 도 3을 참조하여 설명한다.

<52> 우선 도 3에서 상기 심볼반복기(Repetition of Concatenated sequence)308은 상기 심볼결합기307로부터의 심볼들을 주어진 규칙에 따라 심볼반복하여 출력한다. 이 과정까지는 앞서 도 2에서 기술한 바와 동일하며 이후 상기 심볼천공기(Sub codes C_{ij} Generation)309가 상기 심볼반복기(308)로부터의 심볼들을 천공하는 규칙이 변환되며 아래의 규칙에 의해서 준보완터보부호를 발생한다.

<53> 우선, 임의의 k 시점에서 전송이 시작된다고 가정하자. 그리고 임의의 $k+h$ 시점에서 전송되는 각각의 서브부호를 $C_{ij}(k+h)$ 로 표기한다. 우선 도 3에서 $R=1/5$ 에 의해 생성된 모부호의 부호심볼들을 $C_m(0), C_m(1), \dots, C_m(N-1)$ 이라 정의하자. 여기서 $N=L_INF*5$ 를 의미한다. (물론 $R=1/5$ 이므로 일반적으로는 $N=L_INF*R$ 이 된다. 즉 부호어 심볼의 수) 또한 전송하고자 하는 정보어 블록의 크기를 L_INF 이라 정의하자.

<54> 단계1. 초기 서브부호의 길이 결정

<55> 초기 전송에는 가능한 C_{00}, C_{10}, C_{20} 중에서 임의의 하나의 C_{i0} 를 결정하여 전송하고 이 초기 전송할 $C_{i0}(k)$ 의 부호어길이가 시스템으로부터 전달되어 이를 L_SC 라 정의하고 이를 저장한다. 물론 이러한 준 보완터보부호 중에서 각 서브부호의 결정을 위한 서브부호 부호율 혹은 서브부호의 부호길이는 시스템으로부터 전송채널상황, 입력 데이터 레이트 등 다양한 채널환경에 따라서 시스템이 사전에 결정하여 전달하는 값이다. 또한 여기서는 설명의 편의상 도 3에서 표기한 3개의 서브부호에 국한해서 설명하나 일반적으로 서브부호의 수는 임의의 수로 결정될 수 있다.

- <56> 단계2. 초기 전송할 서브부호의 결정 및 전송
- <57> $C_m(0), C_m(1), \dots, C_m(L_{SC}-1)$ 을 전송한다. 만일, L_{SC} 가 N 보다 크면 (L_{SC}/N) 의 몫을 P 라하고 나머지를 q 라 할 때 (이 값은 $L_{SC} \bmod N$ 으로 주어진다) $C_m(0), C_m(1), \dots, C_m(N-1)$ 을 P 번 반복하여 전송하고 나머지 $C_m(N), C_m(1), \dots, C_m(N+q-1)$ 까지 전송한다. 그리고 q 를 저장한다.
- <58> 단계 3. 차기전송의 부호심볼 위치결정 및 전송길이 결정
- <59> 차기 전송 시에는 시스템으로부터 전송채널상황, 입력 데이터 레이트 등 다양한 채널환경에 따라서 시스템이 사전에 결정하여 전달하는 새로운 서브부호율 R_{SC} 에 따라 서브부호길이 L_{SC} 를 다시 구하고 이를 상기 심볼천공기(Sub codes C_{ij} Generation)309에 전달한다. 이때 사용되는 L_{SC} 와 전달되는 R_{SC} 와의 관계는 다음과 같이 주어진다. 그러면 L_{SC} 는 아래의 식 (9)에 의해서 결정된다. L_{INF} 와 R_{SC} 는 시스템에 의해서 매번 전달되는 값이다.
- <60>
$$L_{SC}=L_{INF}*(1/R_{SC}) \dots \text{식 (9)}$$
- <61> 단계4. 차기전송의 서브부호결정 및 전송
- <62> $C_m(q), C_m(q+1), \dots, C_m(q+L_{SC}-1)$ 을 전송한다. 만일, $q+L_{SC}$ 가 N 보다 크면 $(q+L_{SC}/N)$ 의 몫을 P 라하고 나머지를 새로운 q' 라 할 때 (이 값은 $(q+L_{SC}) \bmod N$ 으로 주어진다) $C_m(q)$ 로부터 P 번 N 개의 부호어를 반복하여 전송하고 나머지 q' 개의 C_m 을 차례로 전송한다. 그리고 q' 를 q 로 저장한다. 그리고, 상기 단계 3으로 진행한다.
- <63> 상기 준 보완터보부호의 서브부호선택방식에 따른 구체적인 예를 도 3에 보였다. 도 3에서 Case1은 초기에 부호율이 1/7인 Low rate code가 전송되는 경우이고, Case 2는 초

기예 부호율이 4/7인 high rate code가 전송되는 경우를 보였다. 도면에서 보듯이 연속한 N 부호어심볼들로 구성된 부호어를 반복하고 여기에 시스템이 요구하는 서브부호의 길이 (혹은 서브부호의 부호율)에 따라서 적절한 크기로 이를 분할 전송한다.

<64> 상기 전송방식의 구현에 있어 실제로는 P개의 부호어를 저장하기 위한 버퍼를 사용 하지는 않으며 N 부호어 심볼들을 저장하기 위한 하나의 회전형버퍼메모리 (Circular Buffer)를 사용하여 연속적으로 케환에 의해 반복전송이 가능하도록 한다. 또한 수신기에 서 수신된 부호어 값들을 저장하고 이를 부호결합하기 위한 수신용 버퍼도 N개의 연성값 (Soft Metric)을 저장할 수 있으면 된다.

<65> 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정 해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

【발명의 효과】

<66> 상술한 바와 같이 본 발명은 통신시스템에서 터보 보완 부호(및 터보 준 보완 부호)를 생성할 수 있다. 상기 터보 보완 부호를 패킷 재전송 방식에 이용하여 전송효율 (throughput)을 크게 개선할수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

통신시스템에서 준비완터보부호 생성장치에 있어서,

터보부호기와,

상기 터보부호기로부터의 심볼들을 주어진 규칙에 의해 인터리빙하여 출력하는 인터리버와,

상기 인터리버로부터의 상기 인터리빙된 심볼들을 천공 및 반복하여 상기 준비완터보부호를 생성하는 부호생성기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 인터리버는, 상기 터보부호기로부터의 심볼들을 정보어부분과 패리티부분으로 분류하여 인터리빙하는 것을 특징으로 하는 장치.

【청구항 3】

제1항에 있어서, 상기 부호생성기는,

상기 인터리버로부터의 상기 인터리빙된 심볼들을 주어진 규칙에 의해 반복하는 심볼반복기와,

상기 심볼반복기로부터의 심볼들을 주어진 부호율에 대응하도록 천공하는 심볼천공 기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

【청구항 4】

통신시스템에서 준보완터보부호 생성방법에 있어서,
입력 정보비트들을 터보부호화하여 심볼들을 생성하는 과정과,
상기 심볼들을 주어진 규칙에 의해 인터리빙하는 과정과,
상기 인터리빙된 심볼들을 천공 및 반복하여 상기 준보완터보부호를 생성하는 과정
을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【청구항 5】

제4항에 있어서,
상기 터보부호화하여 생성된 심볼들을 정보어부분과 패리티부분으로 분류하여 인터
리빙하는 것을 특징으로 하는 장치.

【청구항 6】

제4항에 있어서, 상기 준보완터보부호 생성과정은,
상기 인터리버로부터의 상기 인터리빙된 심볼들을 주어진 규칙에 의해 반복하는 과
정과,



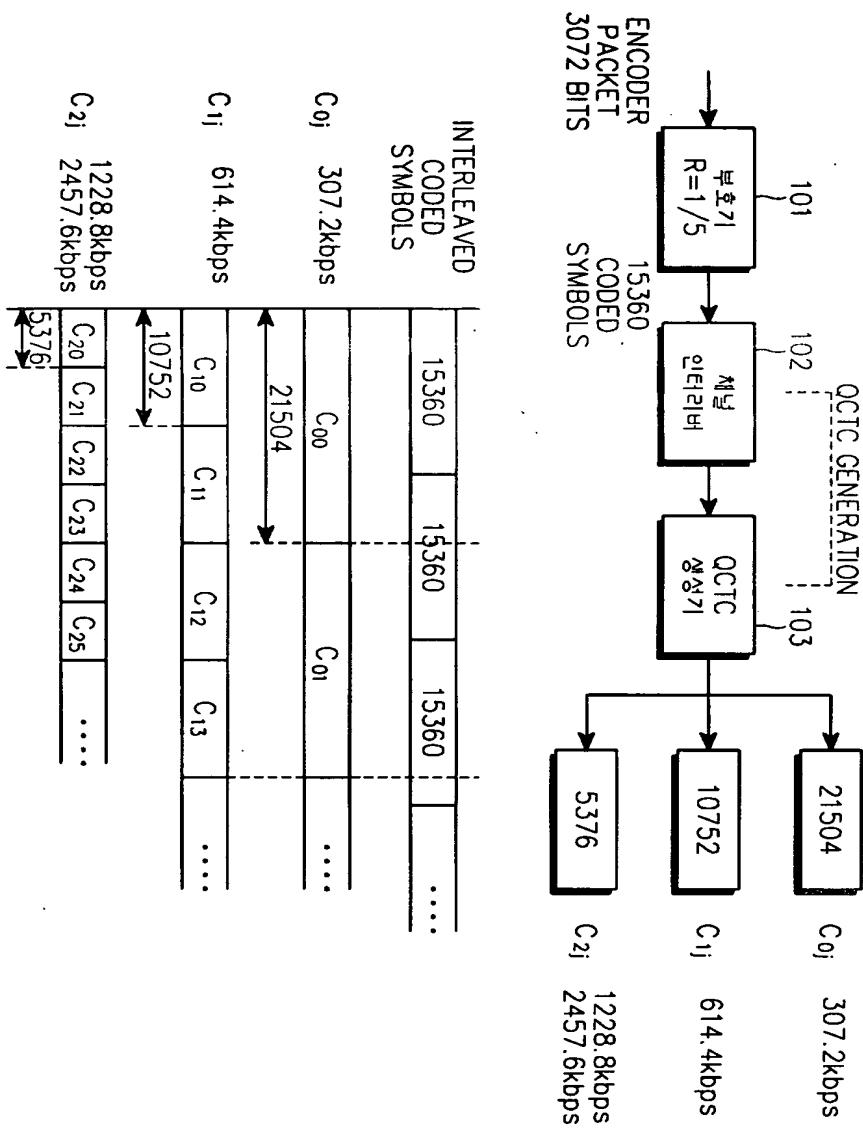
1020010007357

출력 일자: 2002/3/6

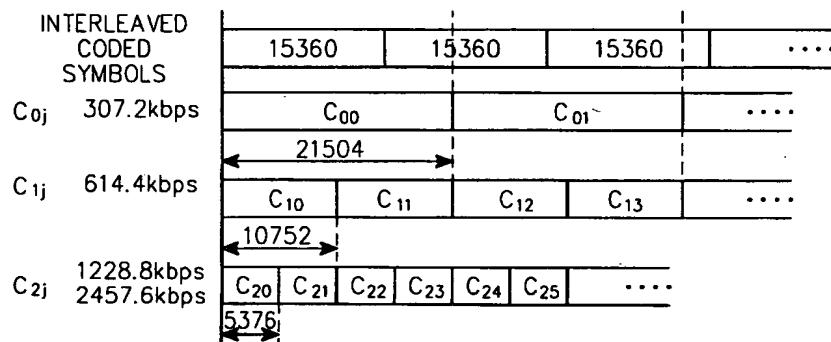
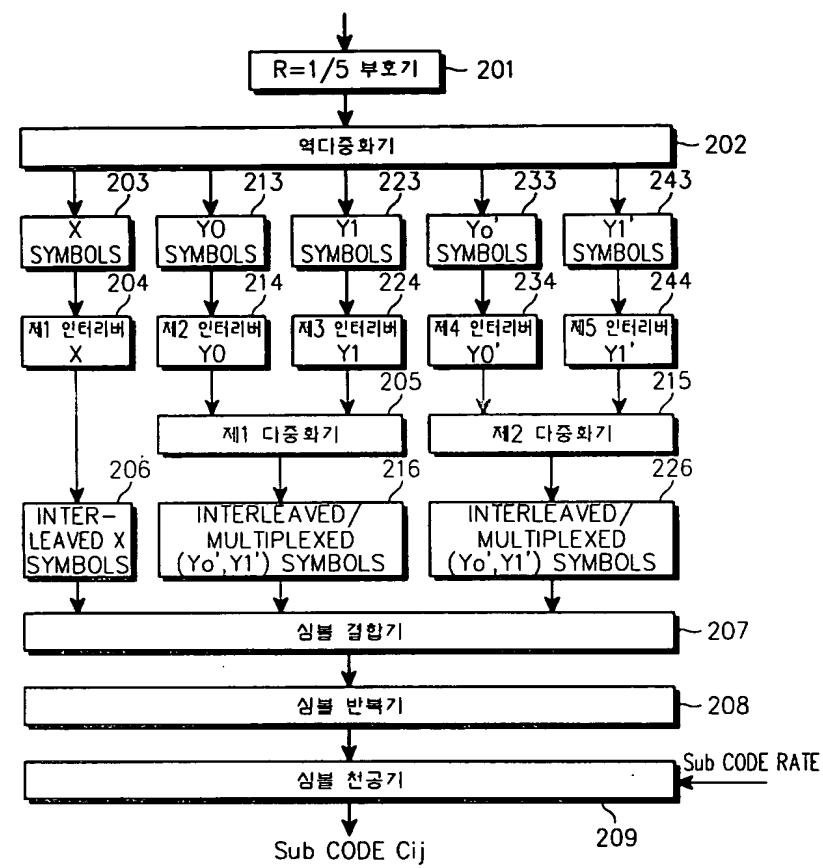
상기 심볼반복기로부터의 심볼들을 주어진 부호율에 대응하도록 천공하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

【도면】

【도 1】



【도 2】



【도 3】

